

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-262023

(43)Date of publication of application : 29.09.1998

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

H04B 1/10

H04L 1/00

(21)Application number : 09-083423

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 18.03.1997

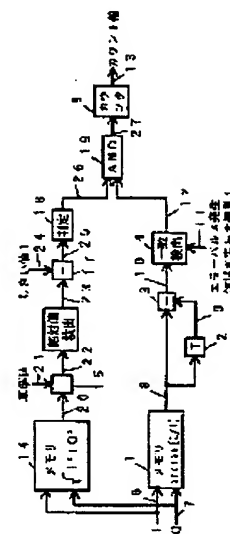
(72)Inventor : SUDO HIROAKI
HIRAMATSU KATSUHIKO
UESUGI MITSURU

(54) ERROR-RATE ESTIMATION DEVICE . . .

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the variance of error pulse count number among the bursts by estimating an error rate, based on the envelope information as well as phase information obtained from the received base band signals of both I and Q channels.

SOLUTION: Phase information 8 of an I signal 6 and a Q signal 7 which are called out of a memory 1 is delayed, and a coincidence detector 4 outputs an error pulse signal 12 of the information 8, when a delay detection signal 10 coincides with a signal 11, which shows an error pulse generation region of the information 8. If a signal 25 that subtracted a reference value 21 and a threshold 24 from an envelope information 20 on both the signals 6 and 7 called out of a memory 14 exceeds the threshold 24, a decider 18 outputs an error pulse signal 26 of the information 20. Then an AND circuit 19 takes an AND of both the signals 12 and 26 and estimates an error rate, based on the count value of the both signals 12 and 26, if the error pulse generation regions of both information 8 and 20 on the signals 6 and 7 are satisfied.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

Best Available Copy

THIS PAGE BLANK (USPTC,

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-262023

(43)公開日 平成10年(1998) 9月29日

(51)Int.Cl.⁹

識別記号

F I

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

A

H 0 4 B 1/10

H 0 4 B 1/10

Z

H 0 4 L 1/00

H 0 4 L 1/00

C

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平9-83423

(22)出願日

平成9年(1997) 3月18日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 須藤 浩章

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

(72)発明者 平松 勝彦

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

(72)発明者 上杉 充

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

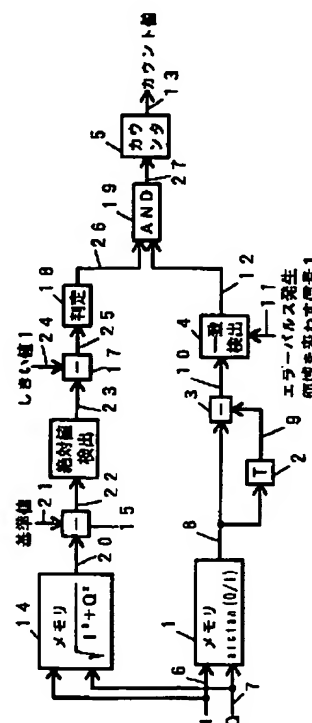
(74)代理人 弁理士 役 昌明 (外3名)

(54)【発明の名称】 誤り率推定装置

(57)【要約】

【課題】 デジタル移動通信などの受信信号の各バースト間におけるエラーパルスカウント数のバラツキを低減し、誤り率推定精度を向上させる。

【解決手段】 誤り率推定装置は、Iチャンネルの受信ベースバンド信号(I信号)とQチャンネルの受信ベースバンド信号(Q信号)から求めた位相情報がエラーパルス発生領域にあることを検出する手段と、I信号とQ信号の包絡線情報がエラーパルス発生領域にあることを検出する手段と、位相エラー信号と包絡線エラー信号の両方の信号があることを検出しカウントする手段とを有する。1バースト期間におけるエラーパルスカウント数を用いて誤り率推定を行なう。位相情報と包絡線情報がともにエラーパルス発生領域にあることを検出するので、誤りでない信号をカウントする確率が小さくなり、各バースト間におけるカウント数のバラツキを低減することができ、誤り率推定精度が向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 Iチャンネルの受信ベースバンド信号（I信号）とQチャンネルの受信ベースバンド信号（Q信号）から位相情報を求める位相情報生成器と、前記I信号と前記Q信号から包絡線情報を求める包絡線情報生成器と、前記位相情報が位相エラーパルス発生領域にあることを検出して位相エラー信号を出力する位相エラー検出器と、前記包絡線情報が包絡線エラーパルス発生領域にあることを検出して包絡線エラー信号を出力する包絡線エラー検出器と、前記位相エラー信号と前記包絡線エラー信号の両方が存在することを検出してエラー信号を出力する手段と、所定期間の前記エラー信号を計数してカウント値を出力するカウンタとを具備し、前記カウント値に基づいて誤り率推定を行なうことを特徴とする誤り率推定装置。

【請求項2】 前記位相エラー検出器に前記位相エラーパルス発生領域を可変とする手段を設けたことを特徴とする請求項1記載の誤り率推定装置。

【請求項3】 前記包絡線エラー検出器に前記包絡線エラーパルス発生領域を可変とする手段を設けたことを特徴とする請求項2記載の誤り率推定装置。

【請求項4】 絶対値回路と減算器と象限判定器と変換器により構成した位相情報生成器と、比較器とシフト回路と加算器により構成した包絡線情報生成器とを有することを特徴とする請求項1～3記載の誤り率推定装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、ディジタル移動通信等に使用する無線機受信系に用いる誤り率推定装置に関し、特に、受信ベースバンド信号の位相情報と包絡線情報の両方の信号を用いて誤り率推定を行なう誤り率推定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 携帯電話などのディジタル移動通信の無線機受信系では、受信信号の誤り率に応じて種々の制御を行なうので、誤り率を求める必要がある。誤り率を正確に求めることは困難か不可能であるので、一定の条件を仮定して誤り率を推定する方法をとっている。受信信号が信号点位置の中間のしきい値の近くにある場合は、ある条件の下では、 $1/2$ の確率で誤りであるとみなすことができる。したがって、しきい値の近くの信号をカウントすることにより、誤り率を推定することができる。

【0003】 図9は従来の誤り率推定装置の構成を示している。図9において、メモリ1は、Iチャンネルの受信ベースバンド信号（I信号）6とQチャンネルの受信ベースバンド信号（Q信号）7から位相情報8を生成するメモリである。遅延器2は、入力信号に対し1シンボル周期遅延させる遅延器である。減算器3は、現時点の位相情報から1シンボル前の位相情報を減算する減算器

である。一致検出器4は、入力信号とエラーパルス発生領域を表す信号が一致した場合にエラーパルスを発生させる一致検出器である。カウンタ5は、エラーパルス数をカウントするカウンタである。

【0004】 以上のように構成された誤り率推定装置では、まず、受信信号を直交検波して得られたIチャンネルの受信ベースバンド信号であるI信号6と、Qチャンネルの受信ベースバンド信号であるQ信号7を、メモリ1のアドレスに入力する。メモリ1には、I信号6とQ信号7の位相情報 $\arctan(Q/I)$ を格納しておき、メモリ1から位相情報を呼び出すことによって、I信号6とQ信号7の位相情報8が得られる。

【0005】 次に、差動位相変調されている信号から原信号を遅延検波して復調するために、位相情報8は、遅延器2によって1シンボル周期だけ遅延される。減算器3によって位相情報8から遅延位相情報が減算されることによって、遅延検波信号10が得られる。

【0006】 次に、遅延検波信号10は一致検出器4に入力され、エラーパルス発生領域を表す信号11と一致した場合には、エラーパルス信号12が得られる。遅延検波信号10が境界値に近い場合は $1/2$ の確率でエラーと考えられるので、エラーパルス発生領域を境界値近辺に設定しておけば、エラーを推定するための情報を得ることができる。

【0007】 最後に、エラーパルス信号12はカウンタ5に入力され、カウンタ5によって1バースト間においてエラーパルス数がカウントされ、エラーパルスカウント数を表わす信号13が得られる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 上記の構成の誤り率推定装置では、位相情報に関してエラーパルス発生領域を一律に設定し、位相情報がエラーパルス発生領域と一致した場合にエラーパルスを発生させるようにしているため、他の条件が変化するとエラーである確率が低い信号もカウントするようになる。このため、微妙に条件の異なる各バースト間においてカウント数にバラツキが生じ、誤り率推定精度が低下するという問題があった。

【0009】 従来の誤り率推定装置では、位相情報が位相判定の境界値近辺にあることのみを判断の基準にしており、境界値の前後の一定値をエラーパルス発生領域として設定している。包絡線情報が基準値に近い場合は、位相判定の境界値のごく近くでしかエラーが発生せず、設定したエラーパルス発生領域の縁では、受信信号は誤っていない確率の方が高い。したがって、包絡線情報の状態によっては、誤っていない信号をカウントすることになり、カウント値のバラツキが生じることになる。

【0010】 本発明はこのような従来の課題を解決することを目的とするものであり、各バースト間におけるエラーカウント数のバラツキを低減することにより、誤り率推定精度を高めようとするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題を解決するために、Iチャンネルの受信ベースバンド信号（I信号）とQチャンネルの受信ベースバンド信号（Q信号）から求めた位相情報が位相エラーパルス発生領域にあり、かつI信号とQ信号から求めた包絡線情報が包絡線エラーパルス発生領域にあることを検出し、位相エラー信号と包絡線エラー信号の両方の信号を用いて誤り率推定を行なうことにより、常に一定の誤り率であるとみなせる信号のみをカウントするようにして、各バースト間におけるカウント数のバラツキを低減し、誤り率推定精度を高めるものである。

【0012】また、エラーパルス発生領域を可変とすることにより、エラーパルスの最大カウント数と最小カウント数との差を一層低減し、高精度な誤り率推定を行なうことができるようにする。さらに、位相情報と包絡線情報をメモリを用いずに生成することにより、誤り率推定を高速に行なうようにする。

【0013】ディジタル移動通信の無線機受信系では差動位相変調信号を受信すると、受信信号を直交検波して、Iチャンネルのベースバンド信号（I信号）とQチャンネルのベースバンド信号（Q信号）を得て、 $\arctan(Q/I)$ により位相情報を求め、1シンボル遅延信号との差をとって、遅延位相情報を得る。位相情報は、信号点が $\pm\pi/4$ 、 $\pm3\pi/4$ であるとする、境界点を0、 π 、 $\pm\pi/2$ として判定する。雑音が少ないと反対側の信号点に移るようなエラーはないと仮定すると、位相情報が0、 π 、 $\pm\pi/2$ の近辺であればエラーか正常かは1/2の確率であると考えることができ、高い確率でエラーであると考えられる。すなわち、境界点の近辺では2値信号としては全く無意味な信号である。

【0014】包絡線情報については、基準値が1であるとする、包絡線情報が1に近ければ包絡線情報にエラーはないと考えられる。逆に包絡線情報が0の近くでは高い確率でエラーであると考えられる。また、包絡線情報が1よりかなり大きいと、やはりエラーの確率が高いと考えられる。したがって、包絡線情報が基準値の近くにあるときはエラーでない確率が高いので、誤り率を推定するデータとしては不適當である。

【0015】したがって、包絡線情報が0近辺で、位相情報が0、 π 、 $\pm\pi/2$ の近辺であれば、高い確率でエラーであると考えられる。つまり、この領域にある信号は2値信号としては雑音と同じである。したがって、この2つの条件を満足する信号をカウントすれば、エラー率を推定することができる。また、エラーである確率が低い領域を含まないので、エラーパルスカウント数のばらつきも少なくなる。

【0016】そこで、包絡線情報が0近辺か基準値よりかなり大きい状態で、かつ、位相情報が位相判定のしきい値の近くにあるという条件を満たす信号のみをカウン

トして誤り率を推定することにより、ばらつきの少ない正確な誤り率が得られるようにする。

【0017】また、雑音レベルが低くてエラー発生率が小さくなると、エラーが発生するのは、位相情報が境界値に非常に近くて包絡線情報が基準値から大きく離れたときに限られるので、位相情報が境界値により近くて包絡線情報が基準値からより大きく離れた信号のみをカウントすれば、より正確に誤り率を推定することができる。したがって、誤り率に応じてエラーパルス発生領域を可変にすれば、カウント値のばらつきが小さくなるので、誤り率に応じてエラーパルス発生領域を切り替えるようにする。さらに、位相情報と包絡線情報を求める手段としてメモリを用いると、誤差はほとんどないが回路規模は大きくなり演算時間も長くなるので、メモリを用いずに簡単な回路で近似値を高速に求めるようにする。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1記載の発明は、Iチャンネルの受信ベースバンド信号（I信号）とQチャンネルの受信ベースバンド信号（Q信号）から位相情報を求める位相情報生成器と、I信号とQ信号から包絡線情報を求める包絡線情報生成器と、位相情報が位相エラーパルス発生領域にあることを検出して位相エラー信号を出力する位相エラー検出器と、包絡線情報が包絡線エラーパルス発生領域にあることを検出して包絡線エラー信号を出力する包絡線エラー検出器と、位相エラー信号と包絡線エラー信号の両方が存在することを検出してエラー信号を出力する手段と、所定期間のエラー信号を計数してカウント値を出力するカウンタとを具備し、カウント値から誤り率推定を行なうものであり、位相情報と包絡線情報の両方を用いることにより、エラーパルスの最大カウント数と最小カウント数との差（各バースト間のエラーパルスカウント数のバラツキ）を低減し、高精度な誤り率推定を行なうことができるという作用を有する。

【0019】本発明の請求項2記載の発明は、位相エラー検出器に位相エラーパルス発生領域を可変とする手段を設けたものであり、さらに、エラーパルスの最大カウント数と最小カウント数との差（各バースト間のエラーパルスカウント数のバラツキ）を低減し、高精度な誤り率推定を行なうことができるという作用を有する。

【0020】本発明の請求項3記載の発明は、包絡線エラー検出器に包絡線エラーパルス発生領域を可変とする手段を設けたものであり、さらに、エラーパルスの最大カウント数と最小カウント数との差（各バースト間のエラーパルスカウント数のバラツキ）を低減し、高精度な誤り率推定を行なうことができるという作用を有する。

【0021】本発明の請求項4記載の発明は、絶対値回路と減算器と象限判定器と変換器により構成した位相情報生成器と、比較器とシフト回路と加算器により構成し

た包絡線情報生成器とを有するものであり、誤り率を高速に推定して信号伝送速度を高速化できるという作用を有する。

【0022】以下、本発明の実施の形態を図1～図8を参照して詳細に説明する。

【0023】(第1の実施の形態)本発明の第1の実施の形態は、Iチャンネルの受信ベースバンド信号(I信号)とQチャンネルの受信ベースバンド信号(Q信号)から求めた位相情報と包絡線情報の両方の信号がともにそれぞれのエラーパルス発生領域にあることを検出して誤り率推定を行なう誤り率推定装置である。

【0024】本発明の第1の実施の形態を、図1を用いて説明する。図1は本実施の形態の誤り率推定装置の構成を示している。図1において、メモリ1は、I信号とQ信号から位相情報を生成するメモリ、遅延器2は、入力信号に対し1シンボル周期遅延させる遅延器、減算器3は、現時点の位相情報と1シンボル前の位相情報との減算を行なう減算器、一致検出器4は、入力信号とエラーパルス発生領域を表す信号が一致した場合にエラーパルスを発生させる一致検出器、カウンタ5は、エラーパルス数をカウントするカウンタ、メモリ14は、I信号とQ信号から包絡線情報を生成するメモリ、減算器20は、I信号とQ信号の包絡線情報と基準値との減算を行なう減算器、絶対値検出器16は、入力信号に対し絶対値を算出する絶対値検出器、減算器17は、絶対値検出器16によって算出されたI信号とQ信号の包絡線情報と基準値との差の絶対値としきい値との減算を行なう減算器、判定器18は、入力信号を判定する判定器、AND回路19は、入力信号に対して論理積を算出するAND回路である。

【0025】以上のように構成された誤り率推定装置では、まずI信号6とQ信号7がメモリ1のアドレスに入力される。メモリ1には、I信号6とQ信号7の位相情報 $\theta = \arctan(Q/I)$ を格納しておき、メモリ1から位相情報を呼び出すことによって、I信号6とQ信号7の位相情報8が得られる。次に、位相情報8は、遅延器2によって1シンボル周期だけ遅延され、減算器3によって位相情報8から遅延位相信号が減算されることによって、遅延検波信号10が得られる。次に、遅延検波信号10は一致検出器4に入力され、位相情報のエラーパルス発生領域を表す信号11と一致した場合には、位相情報のエラーパルス信号12が出力される。

【0026】また、I信号6とQ信号7はメモリ14のアドレスに入力される。メモリ14にはI信号6とQ信号7の包絡線情報 $\sqrt{I^2 + Q^2}$ を格納しておき、メモリ1から包絡線情報を呼び出すことによって、I信号6とQ信号7の包絡線情報20が得られる。次に、包絡線情報20から減算器15によって基準値21が減算されることによってI信号6とQ信号7の包絡線情報と基準値との差を表わす信号22が出力される。次に、信号22は、絶対値検出回路16によって絶対値の検出をされ、I信号6とQ信号

7の包絡線情報と基準値との差の絶対値を表わす信号23が得られる。次に、信号23から、減算器17によってしきい値24が減算され、信号25が得られる。次に、信号25は判定器18に入力され、信号25がしきい値24を超えた場合は包絡線情報のエラーパルス信号26が出力される。包絡線情報が基準値から一定値以上離れた場合に包絡線情報のエラーパルス信号が出力されることになる。すなわち、包絡線情報が0近辺であるか、基準値よりかなり大きい場合にエラーであるとみなされる。

【0027】ここで、位相情報のエラーパルス信号12と包絡線情報のエラーパルス信号26は、AND回路19により論理積がとられ、I信号6とQ信号7の位相情報と包絡線情報の両方のエラーパルス発生領域を満足した場合のエラーパルス信号27が得られる。最後に、エラーパルス信号27はカウンタ5に入力され、カウンタ5によって1バースト間においてエラーパルス数をカウントされ、エラーパルスカウント数を表わす信号13が得られる。

【0028】図2は、ビット誤り率とエラーパルスカウント数のシミュレーション結果を示す図である。図2より、以下に示す結果が得られた。

ビット誤り率 $=10^{-3}$ における最大カウント数と最小カウント数との差

従来構成の場合：27、本実施形態の場合：20

ビット誤り率 $=8 \times 10^{-5}$ における最大カウント数と最小カウント数との差

従来構成の場合：14、本実施形態の場合：9

【0029】本実施形態は、従来構成に対し最大カウント数と最小カウント数との差(各バースト間のエラーパルスカウント数のバラツキを表わしている。)を2/3程度に低減できる。

【0030】以上のように本実施形態の誤り率推定装置は、I信号とQ信号の位相情報と包絡線情報の両方を用いることにより、エラーパルスの最大カウント数と最小カウント数との差(各バースト間のエラーパルスカウント数のバラツキ)を低減し、高精度な誤り率推定を行なうことができる。

【0031】(第2の実施の形態)本発明の第2の実施の形態は、位相エラー検出器に位相エラーパルス発生領域を可変とする手段を設け、Iチャンネルの受信ベースバンド信号(I信号)とQチャンネルの受信ベースバンド信号(Q信号)から求めた位相情報と包絡線情報の両方の信号がともにそれぞれのエラーパルス発生領域にあることを検出して誤り率推定を行なう誤り率推定装置である。

【0032】図3は本発明の第2の実施の形態における誤り率推定装置の実施の形態を示している。この第2の実施の形態が第1の実施の形態と異なるところは、減算器28と判定器49とスイッチ48を備え、位相情報におけるエラーパルス発生領域を表わす信号を可変とした点にある。

【0033】ここで、図1にて説明した部材、信号等に対応する第2の実施の形態の部材、信号等については、同一符号を付して詳しい説明は省略する。本発明の第2の実施の形態を、図3を用いて説明する。エラーパルスカウント値13を得るまでは、前記第1の実施の形態と同じである。

【0034】エラーパルスカウント値13から、しきい値31が減算器28によって減算され、差信号32として出力される。信号32は、判定器29によって正負が判定され、制御信号33が得られる。スイッチ30は、制御信号33に従って、信号11（エラーパルス発生領域を表わす信号1）か信号34（エラーパルス発生領域を表わす信号2）を選択し、位相情報のエラーパルス発生領域を表わす信号35を出力する。

【0035】誤り率が小さい場合は、エラーは位相判定の境界値のごく近くで発生するので、誤り率が小さいときはエラーパルス発生領域を狭くすれば、エラーである確率の小さい信号をカウントすることはなくなるので、より正確に誤り率を推定することができる。

【0036】本発明の第2の実施の形態は、位相情報におけるエラーパルス発生領域を表わす信号を可変とすることにより、第1の実施の形態よりもさらに、エラーパルスの最大カウント数と最小カウント数との差（各バースト間のエラーパルスカウント数のバラツキ）を低減し、高精度な誤り率推定を行なうことができる。

【0037】（第3の実施の形態）本発明の第3の実施の形態は、位相エラー検出器と包絡線エラー検出器の両方にエラーパルス発生領域を可変とする手段を設け、Iチャンネルの受信ベースバンド信号（I信号）とQチャンネルの受信ベースバンド信号（Q信号）から求めた位相情報と包絡線情報の両方の信号が、ともにそれぞれのエラーパルス発生領域にあることを検出して誤り率推定を行なう誤り率推定装置である。

【0038】図4は、本実施の形態における誤り率推定装置の実施の形態を示している。この第3の実施の形態が第2の実施の形態と異なるところは、スイッチ36を備え、位相情報と包絡線情報の両方におけるエラーパルス発生領域を表わす信号を可変とした点にある。

【0039】ここで、図2にて説明した部材、信号等に対応する第3の実施の形態の部材、信号等については、同一符号を付して詳しい説明は省略する。本発明の第3の実施の形態を、図4を用いて説明する。制御信号33を得るまでは、前記第2の実施の形態と同じである。

【0040】スイッチ36は、制御信号33に従って信号24（しきい値1）か信号37（しきい値2）を選択し、しき

い値38を出力する。カウント値13がしきい値31より小さい場合は、制御信号33に従ってスイッチ36は、大きい方のしきい値を選択し、カウント値13がしきい値31より大きい場合は、小さい方のしきい値を選択する。

【0041】包絡線情報についても、誤り率が小さいときは、エラーは包絡線情報が0の近くでのみ発生すると考えられる。誤り率が小さくて、エラーカウント値がしきい値より小さい場合は、包絡線情報のエラーパルス発生領域を0近辺に制限すれば、より正確に誤り率を推定することができる。エラーパルス発生領域には、包絡線情報の基準値よりかなり大きい値の領域も含むが、その領域に信号が入ることは非常に少ないので、その影響は無視することができる。

【0042】本発明の第3の実施の形態は、位相情報と包絡線情報の両方におけるエラーパルス発生領域を表わす信号を可変とすることにより、第2の実施の形態よりもさらに、エラーパルスの最大カウント数と最小カウント数との差（各バースト間のエラーパルスカウント数のバラツキ）を低減し、高精度な誤り率推定を行なうことができる。

【0043】（第4の実施の形態）本発明の第4の実施の形態は、絶対値回路と減算器と象限判定器と変換器により構成した位相情報生成器と、比較器とシフト回路と加算器により構成した包絡線情報生成器とを有し、Iチャンネルの受信ベースバンド信号（I信号）とQチャンネルの受信ベースバンド信号（Q信号）から求めた位相情報と包絡線情報の両方の信号が、ともにそれぞれのエラーパルス発生領域にあることを検出して誤り率推定を行なう誤り率推定装置である。

【0044】図5は本発明の第4の実施の形態における位相情報生成器の実施の形態を示し、第7図は本発明の第4の実施の形態における包絡線情報生成器の実施の形態を示している。この第4の実施の形態が第1～3の実施の形態と異なるところは、位相情報生成器と包絡線情報生成器をメモリを用いずに構成したところにある。

【0045】ここで、図1にて説明した部材、信号等に対応する第4の実施の形態の部材、信号等については、同一符号を付して詳しい説明は省略する。本発明の第4の実施の形態を、図5と図7を用いて説明する。まず、本発明の第4の実施の形態における位相情報生成器について図5を用いて説明する。

【0046】I信号とQ信号の位相 $\theta = \arctan(Q/I)$ と $|I| - |Q|$ の関係について、次式に示す近似が成り立つ。

$$\begin{aligned} |I| - |Q| &\approx -4\theta / \pi + 1 && ; \text{第1象限} \\ &4\theta / \pi - 3 && ; \text{第2象限} \\ &-4\theta / \pi - 3 && ; \text{第3象限} \\ &4\theta / \pi + 1 && ; \text{第4象限} \end{aligned} \quad (4.1)$$

【0047】図6は、I信号とQ信号の位相 $\theta = \arctan$

(Q/I)と $|I| - |Q|$ の関係を表わしたものである。 θ は

(4.1)式に示す近似を行なうことによって、1.8度以内の誤差で生成可能である。

【0048】I信号とQ信号は基準値が±1であるとする、I信号とQ信号がともに基準値の場合の θ は $\pm\pi/4$ 、 $\pm3\pi/4$ となる。I信号とQ信号の一方が0で他方が基準値の場合は、 θ は0、 π 、 $\pm\pi/2$ となる。 θ が0の近くでは、 $|I|-|Q|\approx 1$ となり、 θ が $\pi/4$ の近くでは、 $|I|-|Q|\approx 0$ となる。これらの条件を満たすように一次近似をすると、第1象限では、 $|I|-|Q|\approx -4\theta/\pi+1$ となる。第2～4象限についても同様に近似できる。I信号とQ信号が±1の近くにあるという条件下では、(4.1)式はよい近似を与える。その条件が満たされないと誤差が増加するが、誤差を小さくする必要があるときはI信号とQ信号を正規化すればよ

$$\begin{aligned} \cdot |I| > |Q| \text{ の場合} \quad Z &= |I| + 0.375 \times |Q| \\ \cdot |Q| > |I| \text{ の場合} \quad Z &= |Q| + 0.375 \times |I| \end{aligned} \quad (4.2)$$

ここで、0.375の乗算はビットシフトと加算で実現可能である。

【0051】図8は、I信号とQ信号の位相 θ と包絡線情報Zの関係を表わしたものである。Zは(4.2)式に示す近似を行なうことによって、7%以内の誤差で生成可能である。この程度の誤差であれば、誤り率の推定に支障なく利用できる。

【0052】I信号6とQ信号7は、大小比較器48によって大小比較され、信号53 ($|I| > |Q|$ の場合は $|I|$ 、 $|Q| > |I|$ の場合は $|Q|$)と信号54 ($|I| < |Q|$ の場合は $|I|$ 、 $|Q| < |I|$ の場合は $|Q|$)が得られる。次に、信号54は2ビットシフト器49と、3ビットシフト器50によりそれぞれビットシフトされ、それぞれ信号55 (信号54×0.25)と信号56 (信号54×0.125)が得られる。信号55と信号56は加算器51によって加算され、信号57 (信号54×0.375)が得られる。最後に、信号53と信号57は、加算器52によって加算され、包絡線情報20が得られる。

【0053】以上のように本発明の第4の実施形態は、位相情報生成器と包絡線情報生成器をメモリを用いずに構成することにより、第1～3の実施の形態よりも誤り推定が高速にでき、誤り推定の時間に制限されないので信号伝送速度の高速化を図ることができる。

【0054】

【発明の効果】本発明は、上記実施の形態から明らかなように、Iチャンネルの受信ベースバンド信号(I信号)とQチャンネルの受信ベースバンド信号(Q信号)から求めた位相情報と包絡線情報の両方を用いることにより、エラーパルスの最大カウント数と最小カウント数との差(各バースト間のエラーパルスカウント数のバラツキ)を低減し、高精度な誤り率推定を行なうことができる。

【0055】また、誤り率に応じてエラーパルス発生領域を変化させることにより、一層ばらつきの少ない誤り

い。

【0049】I信号6とQ信号7はそれぞれ、絶対値検出回路39と絶対値検出回路40により絶対値が算出され、それぞれ信号44と信号45が得られる。信号44から信号45が減算器41により減算され、差信号46が得られる。次に、I信号6とQ信号7は象限判定器42に入力され、象限を表わす信号47が得られる。最後に、差信号46は変換器43によって各象限に応じた変換をされ、位相情報8が得られる。

【0050】次に、本発明の第4の実施の形態における包絡線情報生成器について図7を用いて説明する。I信号とQ信号の位相と包絡線情報Zに関して、次式に示す近似が成り立つ。

率の推定ができる。

【0056】さらに、位相情報と包絡線情報を簡単な回路で高速に求めることにより、誤り率の推定が高速にでき、信号伝送速度の高速化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における誤り率推定装置の構成図、

【図2】本発明の第1の実施の形態における誤り率推定装置のシミュレーション結果、

【図3】本発明の第2の実施の形態における誤り率推定装置の構成図、

【図4】本発明の第3の実施の形態における誤り率推定装置の構成図、

【図5】本発明の第4の実施の形態における位相情報生成器の構成図、

【図6】本発明の第4の実施の形態における位相情報生成器の理論計算結果、

【図7】本発明の第4の実施の形態における包絡線情報生成器の構成図、

【図8】本発明の第4の実施の形態における包絡線情報生成器の理論計算結果、

【図9】従来の構成における誤り率推定装置の構成図である。

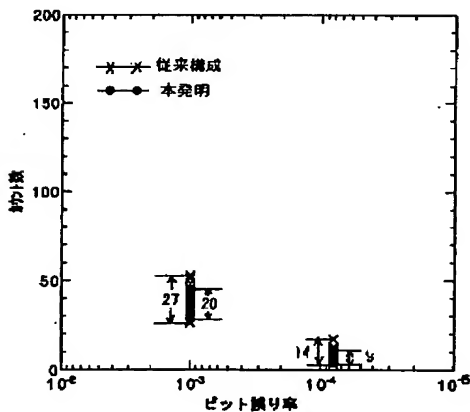
【符号の説明】

- 1、14 メモリ
- 2 遅延器
- 3、15、17、28 減算器
- 4 一致検出器
- 5 カウンタ
- 6 ベースバンドI信号
- 7 ベースバンドQ信号
- 8 位相情報
- 9 信号8を1シンボル遅延させた信号
- 10 遅延検波信号

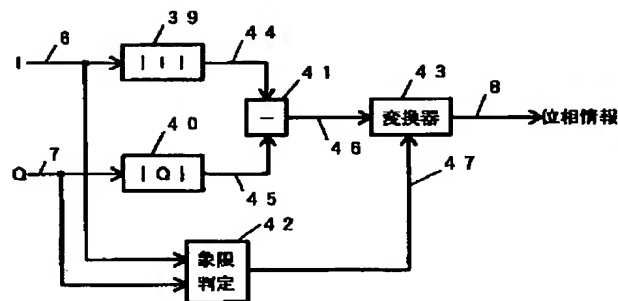
- 11、34 エラーパルス発生領域を表わす信号
 12 位相情報を用いたエラーパルス信号
 13 エラーパルスカウント信号
 16、39、40、41 絶対値検出器
 18、29 判定器
 19 AND回路
 20 包絡線情報
 21 基準値
 22 信号20と信号21の差
 23 差22の絶対値
 24、37 しきい値
 25 信号23と信号24の差
 26 包絡線情報を用いたエラーパルス信号
 27 位相情報と包絡線情報を用いたエラーパルス信号
 30、36 スイッチ
 31 しきい値
 32 信号13と信号31の差
 33 差32を判定した信号
 35 位相情報を用いたエラーパルス発生領域を表わす信

- 号
 38 包絡線情報を用いたエラーパルス発生領域を表わす信号
 42 象限判定器
 43 変換器
 44 ベースバンドI信号の絶対値
 45 ベースバンドQ信号の絶対値
 46 $|I| - |Q|$
 47 象限を表わす信号
 48 大小比較器
 49、50 ビットシフト器
 51、52 加算器
 53 $|I| > |Q|$ の場合は $|I|$ 、 $|I| < |Q|$ の場合は $|Q|$
 54 $|I| > |Q|$ の場合は $|Q|$ 、 $|I| < |Q|$ の場合は $|I|$
 55 信号54を2ビットシフトした信号
 56 信号54を3ビットシフトした信号
 57 信号55と信号56を加算した信号

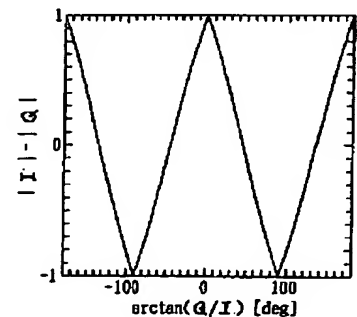
【図2】



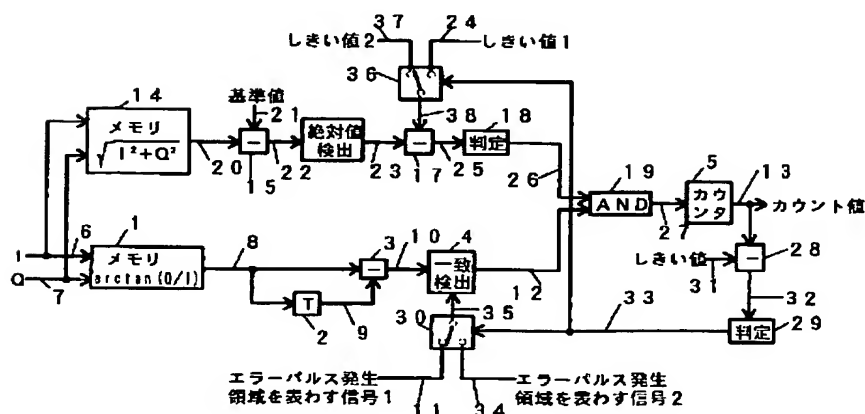
【図5】



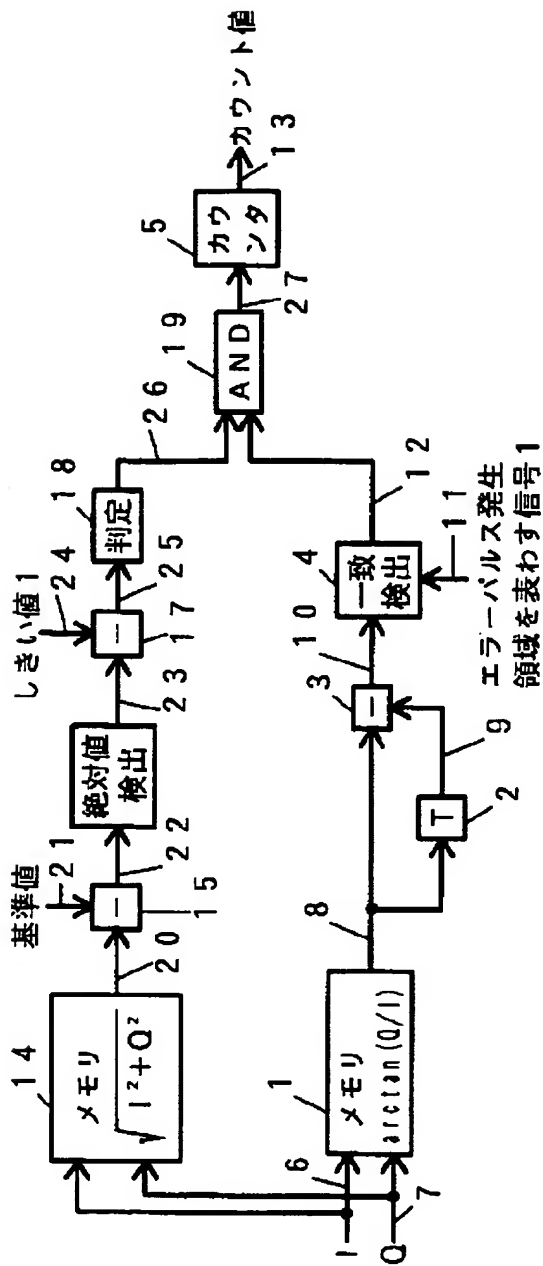
【図6】



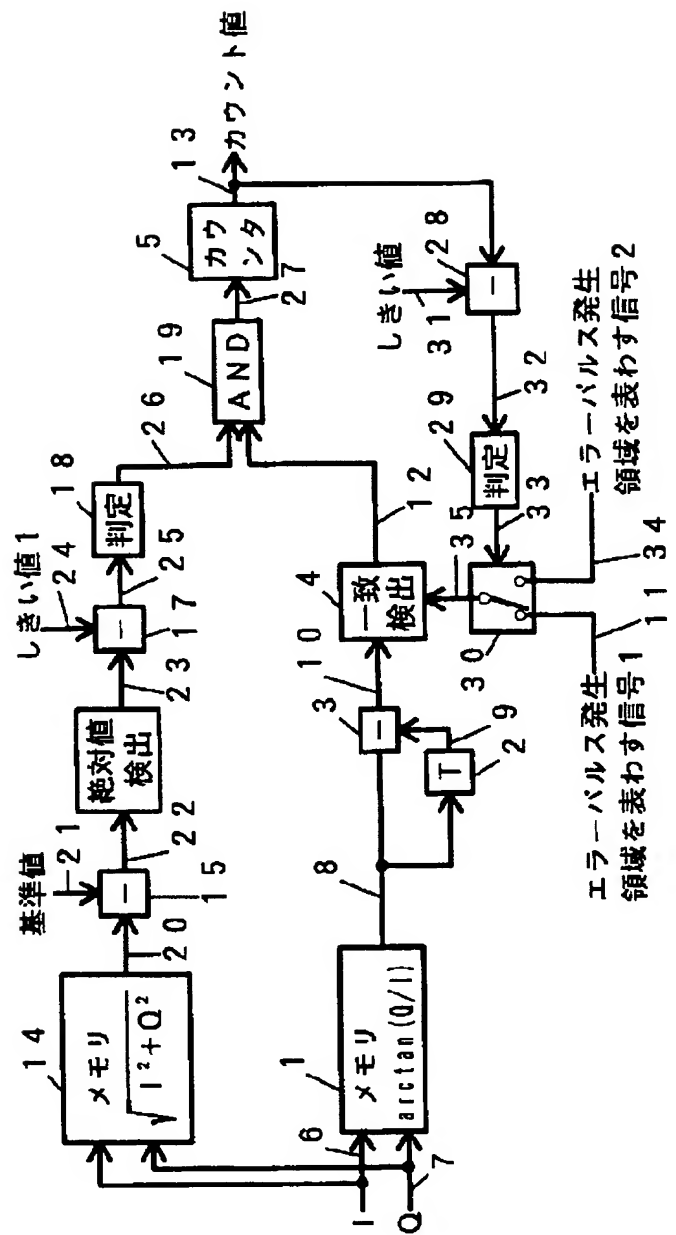
【図4】



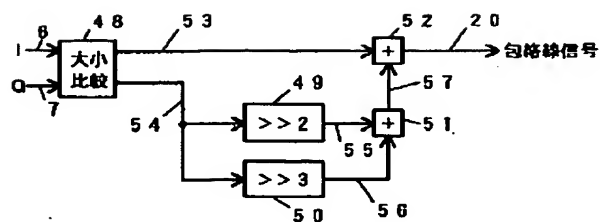
【図1】



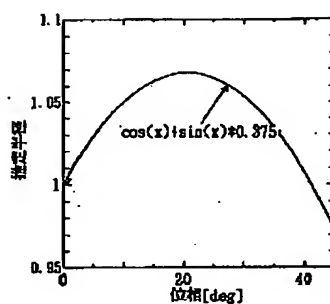
【図3】



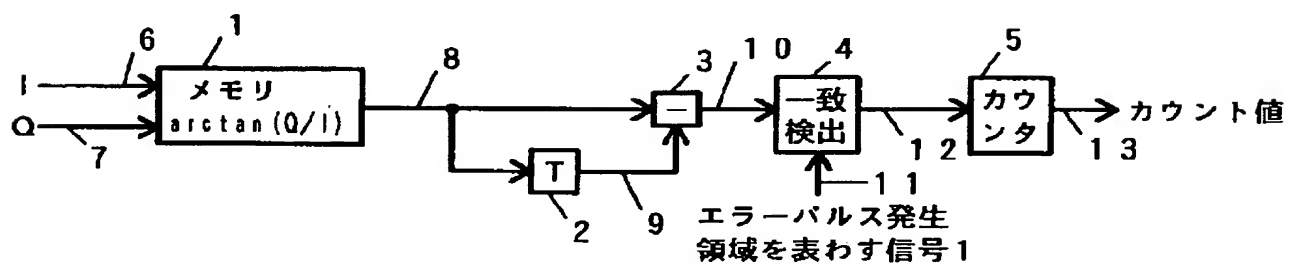
【図7】

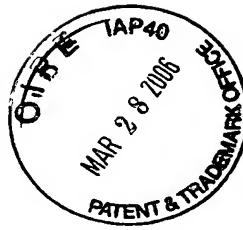


【図8】



【図9】





THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)